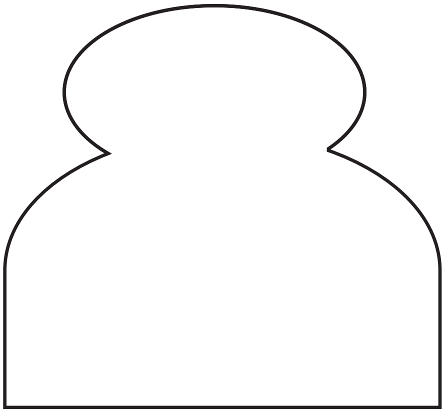
第33講　内分泌系と自律神経系

■動物の個体内のシグナル伝達

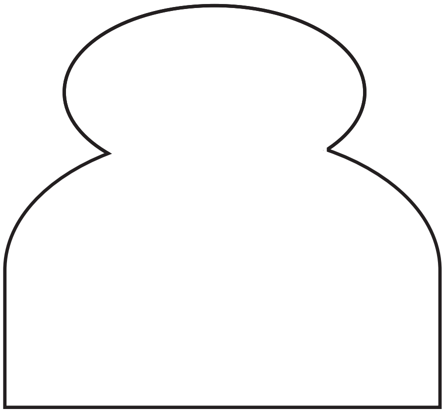
◆内分泌系

・内分泌腺で合成されたホルモンが，血流に乗って全身に波及。
・標的細胞の受容体に結合することで，特異的なシグナル伝達。
・微量で，全身にある程度持続的効果。
・効果は速やかにあらわれるが，神経による制御よりは遅効的。



◆自律神経系

・神経系を介して，中枢から目的の器官(細胞)へ直接シグナルが伝わる。
・効果は短時間で失われ，持続性はない。
・効果は速やかにあらわれる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

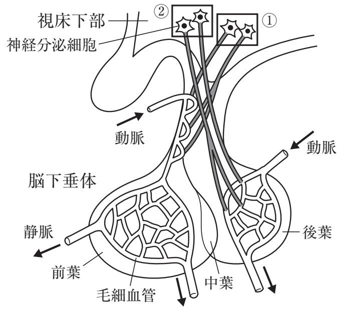
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■内分泌系

◆主たる内分泌腺とホルモンの効果

内分泌腺	ホルモン	標的細胞(器官)	主な働き・特徴
脳下垂体 前葉	成長ホルモン	全身の細胞	代謝活性化，成長促進
	甲状腺刺激ホルモン	甲状腺	チロキシン分泌促進
	副腎皮質刺激ホルモン	副腎皮質	糖質コルチコイド分泌促進
	プロラクチン	乳腺(黄体)	乳腺の発達，乳分泌促進
	生殖腺刺激ホルモン	生殖腺	性成熟促進，性周期調節
中葉	インテルメジン	体表の細胞	メラニン合成，色素顆粒拡散
後葉	バソプレシン	腎臓	集合管における水再吸収促進
	オキシトシン	子宮，乳腺	子宮筋収縮，乳分泌促進
甲状腺	チロキシン	全身の細胞	代謝活性化 変態，換羽の促進
副甲状腺	パラトルモン	骨組織その他	血中のCa^{2+}濃度上昇
すい臓ランゲルハンス島			
A細胞	グルカゴン	肝臓	血糖値上昇(グリコーゲンの分解)
B細胞	インシュリン	全身の細胞＋肝臓	血糖値減少(糖の消費，グリコーゲンの合成)
副腎			
髄質	アドレナリン	肝臓	血糖値上昇(グリコーゲンの分解)
皮質	糖質コルチコイド	全身の細胞	血糖値上昇(タンパク質糖化)
	鉱質コルチコイド	腎臓	腎細管におけるNa^{+}の再吸収促進

◆間脳視床下部



脳下垂体前葉・中葉

①間脳視床下部から放出ホルモン，抑制ホルモンが分泌，脳下垂体前葉のホルモン分泌を制御。

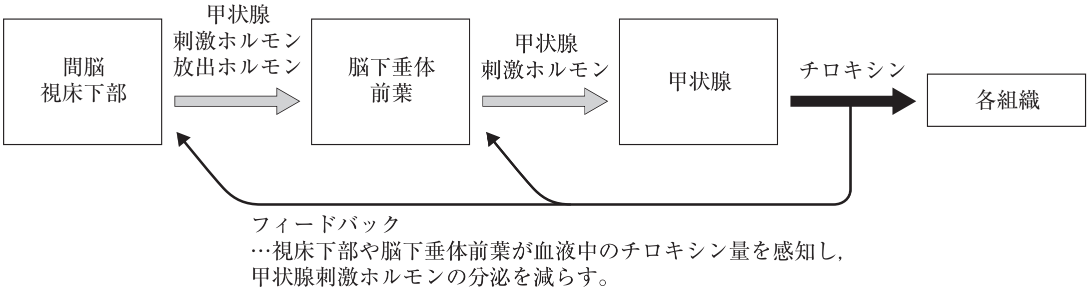
脳下垂体後葉

②間脳視床下部の神経分泌細胞が後葉ホルモンを合成，軸索を介して脳下垂体後葉から分泌。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

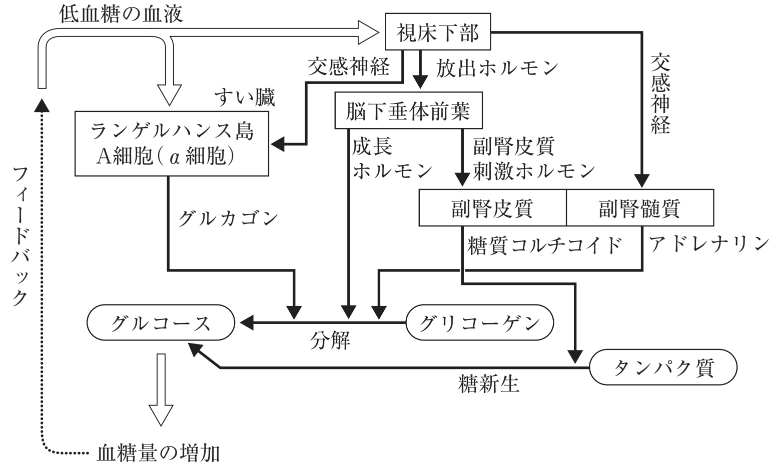
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆フィードバック調節　…　結果が前提に影響を与える。

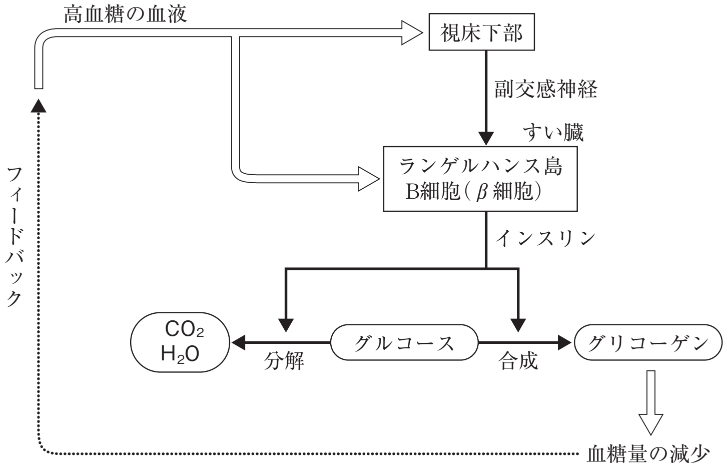


◆血糖値の調節

低血糖時



高血糖時



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■自律神経系　…　交感神経と副交感神経からなる。
大脳の直接の支配を受けない器官の働きを調節する。

	交感神経	副交感神経
瞳孔	拡大	縮小
心臓	促進	抑制
気管支	拡大	縮小
唾液	粘液性	しょう液性
消化	抑制	促進
すい臓	グルカゴン分泌	インスリン分泌
排出	抑制	促進
副腎髄質	アドレナリン分泌	—
汗腺	発汗促進	—
立毛筋	収縮	—
体表の血管	収縮	—

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　演習問題

(1)　ヒトの血糖値調節のしくみに関する次の文章を読み，以下の問い1)～2)に答えよ。

ヒトは主にグリコーゲンと脂肪をエネルギー源として運動を行っている。肝臓に蓄えられているグリコーゲンは分解されて［ 1 ］として血中に放出される。この血液中に含まれる［ 1 ］を血糖という。

食事などで糖質を多量に摂取すると一時的に血糖値が上昇する。すると間脳の［ 2 ］が血糖値を検知し，副交感神経を通じてすい臓の［ 3 ］を刺激して，インスリンの分泌を促す。インスリンは組織でのグルコースの吸収と分解を促すとともに肝臓で［ 1 ］からグリコーゲンを合成させるので血糖値が減少して正常な範囲に戻る。

一方，激しい運動などで血糖値が減少すると，交感神経を通じてすい臓の［ 4 ］から［ 5 ］が分泌される。［ 5 ］はグリコーゲンから［ 1 ］への分解を促すために血糖値が上昇する。さらに，交感神経から刺激を受けると［ 6 ］は［ 7 ］を分泌する。［ 7 ］は肝臓に蓄えられたグリコーゲンの分解を促し，血糖値を上昇させる。甲状腺から分泌される［ 8 ］もグリコーゲンの分解に関与する。また，脳下垂体前葉からは［ 9 ］刺激ホルモンが分泌され，それによって［ 9 ］から［ 10 ］が分泌される。［ 10 ］は［ 11 ］をグルコースに変化させて血糖値を上昇させる。

ア)<u>このように血糖値は食事直後や，空腹・運動時には変動するが，やがて適正な範囲に調節される</u>。このからだの内部環境を一定に保とうとする働きを［ 12 ］という。

1)　上の文章中の［ 1 ］～［ 12 ］に入る語句として最も適当なものを，次の①～⑲からそれぞれ選べ。

①　小脳	②　タンパク質	③　アセチルコリン
④　糖質コルチコイド	⑤　副腎皮質	⑥　視床下部
⑦　グルカゴン	⑧　アドレナリン	⑨　グルコース
⑩　グリセリン	⑪　大脳新皮質	⑫　副腎髄質
⑬　チロキシン	⑭　脂肪	⑮　ホメオスタシス
⑯　ホメオシス	⑰　脳下垂体	⑱　ランゲルハンス島A(α)細胞
⑲　ランゲルハンス島B(β)細胞		

2)　下線部ア)の説明として最も適当なものを，次の①～④から選べ。

①　血糖値はつねに正のフィードバックで調節されている。

②　血糖値はつねに負のフィードバックで調節されている。

③　高い血糖値はつねに正のフィードバックで調節され，低い血糖値はつねに負のフィードバックで調節されている。

④　高い血糖値はつねに負のフィードバックで調節され，低い血糖値はつねに正のフィードバックで調節されている。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(2)　糖尿病に関する次の文章を読み，以下の問い1)～3)に答えよ。

糖尿病患者は健常者よりも血糖値が高い。糖尿病はインスリン分泌が不十分なインスリン依存型糖尿病と，骨格筋などの組織でのインスリン作用の低下が原因となるインスリン非依存型糖尿病とに分類できる。我が国の糖尿病患者の90～95％を占めるのがインスリン非依存型糖尿病である。

下の図1～3は健常者と糖尿病患者におけるグルコース摂取後の血糖値とインスリン濃度変化およびインスリン投与後の血糖値変化を示したものである。ただし，図1，2の患者と図3の患者は異なる型の糖尿病である。また，図2の縦軸の血中インスリン濃度はグルコース摂取前の値を1として相対的に表している。同様に，図3の縦軸の血糖値はインスリン投与前の値を1として相対的に表している。

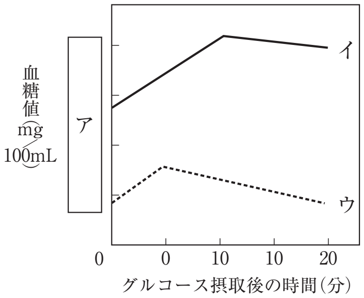


図1

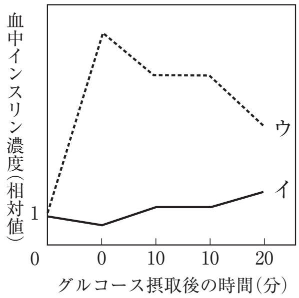


図2

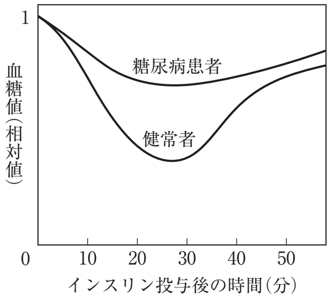


図3

1)　図1，2のア，イ，ウにあてはまるものの組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑩から選べ。ただし，アについては縦軸の下から上に向かう目盛りの数値を表すものとする。

①	ア　(0.01，0.02，0.03，0.04)	イ　健常者	ウ　糖尿病患者
②	ア　(0.1，0.2，0.3，0.4)	イ　健常者	ウ　糖尿病患者
③	ア　(1，2，3，4)	イ　健常者	ウ　糖尿病患者
④	ア　(10，20，30，40)	イ　健常者	ウ　糖尿病患者
⑤	ア　(100，200，300，400)	イ　健常者	ウ　糖尿病患者
⑥	ア　(0.01，0.02，0.03，0.04)	イ　糖尿病患者	ウ　健常者
⑦	ア　(0.1，0.2，0.3，0.4)	イ　糖尿病患者	ウ　健常者
⑧	ア　(1，2，3，4)	イ　糖尿病患者	ウ　健常者
⑨	ア　(10，20，30，40)	イ　糖尿病患者	ウ　健常者
⑩	ア　(100，200，300，400)	イ　糖尿病患者	ウ　健常者

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2)　図１～３の患者に関する記述として適当なものを, 次の①～⑥から２つ選べ。ただし, 解答の順序は問わない。

①　図１，２の患者はインスリン依存型糖尿病である。
②　図１，２の患者はインスリン非依存型糖尿病である。
③　図３の患者はインスリン依存型糖尿病であり，組織でのインスリン感受性が低い。
④　図３の患者はインスリン依存型糖尿病であり，組織でのインスリン感受性が高い。
⑤　図３の患者はインスリン非依存型糖尿病であり, 組織でのインスリン感受性が低い。
⑥　図３の患者はインスリン非依存型糖尿病であり, 組織でのインスリン感受性が高い。

3)　体重62.5kgの健常者の血液中に５％グルコース溶液を10mL投与した。血糖値はどの程度上昇すると考えられるか。最も適当なものを，次の①～⑤から選べ。ただし，血液量は体重の８％とし，血糖値上昇による調節は働かないものと仮定する。

①　1mg/100mL　　②　5mg/100mL
③　10mg/100mL　　④　50mg/100mL
⑤　100mg/100mL

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　確認テスト

問１　ホルモンについて，以下の記述に最も適するホルモンの名称をあとの①～⑨から，その働きをあとのア～コからそれぞれ選べ。働きが複数ある場合にはそのすべてを答えなさい。

⑴　副腎から分泌され，主に腎臓の細尿管(腎細管)に作用する。
ホルモン名：　　　　　　　　働き：

⑵　視床下部でつくられ，主に腎臓の集合管に作用する。
ホルモン名：　　　　　　　　働き：

⑶　脳下垂体から分泌されるホルモンの刺激によって,気管近くの分泌腺から分泌される。
ホルモン名：　　　　　　　　働き：

⑷　血液凝固などに働く二価の陽イオンの血中濃度が低下すると，気管近くの分泌腺から分泌される。
ホルモン名：　　　　　　　　働き：

〔ホルモン名〕
①　鉱質コルチコイド　　②　甲状腺刺激ホルモン
③　成長ホルモン　　④　成長ホルモン放出ホルモン
⑤　チロキシン　　⑥　糖質コルチコイド
⑦　バソプレシン　　⑧　パラトルモン
⑨　副腎皮質刺激ホルモン

〔働き〕
ア　腎臓での水の再吸収を促進する。
イ　腎臓でのカリウムイオンの再吸収を促進する。
ウ　腎臓でのカルシウムイオンの再吸収を促進する。
エ　腎臓でのナトリウムイオンの再吸収を促進する。
オ　腎臓での水素イオンの排出を促進する。
カ　骨の溶解を促進する。
キ　全身の組織における酸素消費を増大させる。
ク　体温が低下したとき，熱の産生を促進する。
ケ　成長ホルモンの分泌を促進する。
コ　鉱質コルチコイドの分泌を促進する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　図１は血糖量を調節する自律神経，ホルモン，内分泌腺，および標的器官の関係の一部を表した模式図である。［１］～［８］は内分泌腺，内分泌細胞，自律神経の中枢，またはホルモンの標的器官のいずれか，あるいは，これらのうちのいくつかを兼ねたものを表している。アは［１］などから血液中に放出される物質を表しており，解糖系の基質となる物質である。アから出る矢印の先端はこの物質によって刺激を受ける標的を指している。その内の太い矢印は高濃度で食後間もない状態に相当し，細い矢印は低濃度で空腹時の状態に相当する。イ～キはホルモンを表している。これらを通る矢印の発する箇所はその分泌腺(分泌細胞)を表し，矢印の先端はその標的を指している。血糖量の調節に関するイとウの作用はよく似ている。ク～コの矢印は神経を表しており，矢印の先端はその神経が支配する標的を指している。ケは交感神経である。［２］は中胚葉由来の組織で，多核細胞からなる。［２］がオの刺激を受けると，血液中のアミノ酸濃度が上昇する。以下の問いに答えなさい。

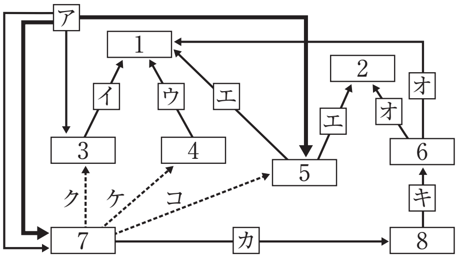


図１

(1)　図1の［１］～［８］にあてはまる最も適切な語を，次の①～⑥からそれぞれ選べ。

①　肝臓　　②　甲状腺
③　骨格筋　　④　視床下部
⑤　脂肪組織　　⑥　すい臓のランゲルハンス島のA(α)細胞
⑦　すい臓のランゲルハンス島のB(β)細胞
⑧　脳下垂体後葉　　⑨　脳下垂体前葉
⑩　副甲状腺　　⑪　副腎髄質
⑫　副腎皮質　　⑬　平滑筋

(2)　エの［２］に対する作用として適切なものを，次の①～⑦からすべて選べ。

①　グリコーゲンの分解を促進する。
②　グリコーゲンの合成を促進する。
③　グルコースの細胞内への取り込みを促進する。
④　グルコースの細胞外への放出を促進する。
⑤　解糖系の反応を促進する。
⑥　脂肪の分解を促進する。
⑦　タンパク質の分解を促進する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑶　ウの受容体についての記述として適切なものを，次の①～⑤からすべて選べ。

① 受容体は細胞膜に存在する。

② 受容体は核内に存在する。

③ 受容体は細胞質基質に存在する。

④ 受容体にウが結合すると，細胞膜に結合している酵素が活性化される。

⑤ 受容体にウが結合すると，受容体に結合しているナトリウムチャネルが開く。

⑷　クとコについての記述として適切なものを，それぞれ次の①～⑨からすべて選べ。

① 脊髄からニューロンが出る。

② 小脳からニューロンが出る。

③ 延髄からニューロンが出る。

④ 標的器官のすぐ近くでニューロンを換える。

⑤ 標的器官から離れた場所の神経節でニューロンを換える。

⑥ 中枢部から標的器官までニューロンを換えない。

⑦ 標的器官に作用する神経伝達物質はアセチルコリンである。

⑧ 標的器官に作用する神経伝達物質はグルタミン酸である。

⑨ 標的器官に作用する神経伝達物質はノルアドレナリンである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　演習問題

(1)

1)　1　⑨　2　⑥　3　⑲　4　⑱　5　⑦　6　⑫
　　7　⑧　8　⑬　9　⑤　10　④　11　②　12　⑮

2)　②

(2)

1)　⑩

2)　①，⑤（順不同）

3)　③

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　確認テスト

問１　⑴　ホルモン名：①　　働き：エ
　　　⑵　ホルモン名：⑦　　働き：ア
　　　⑶　ホルモン名：⑤　　働き：キ，ク
　　　⑷　ホルモン名：⑧　　働き：ウ，カ

問２　⑴　［1］①　［2］③　［3］⑥　［4］⑪　［5］⑦
　　　　　［6］⑫　［7］④　［8］⑨
　　　⑵　②，③，⑤
　　　⑶　①，④
　　　⑷　ク：①，⑤，⑨　　コ：③，④，⑦

【解説】

問１　主たる内分泌腺とそこから分泌されるホルモン，およびその作用については，確実に周知しておく基礎事項となる。テキストで必ず復習しておこう。⑶で示されている気管近くの分泌腺とは，甲状腺と副甲状腺を指す。また⑷で示されている，血液凝固に働く二価の陽イオンとはカルシウムイオンを指す。

問２⑴　アは，解糖系の基質であるとの記述からグルコースであると考えられる。高血糖や低血糖などの血糖値の平常時からのずれは間脳視床下部とすい臓で感知されるが，より上位の中枢は間脳視床下部であることから，［7］が間脳視床下部，低血糖を感知し間脳視床下部からも連絡をうける［3］がすい臓のランゲルハンス島のＡ細胞，高血糖を感知し間脳視床下部からの連絡もうける［5］がすい臓のランゲルハンス島のＢ細胞である。イはすい臓のランゲルハンス島Ａ細胞から分泌されるホルモンなのでグルカゴンであり，それによく似た作用をもつウはアドレナリンである。その効果は肝臓におけるグリコーゲンの分解なので，［1］は肝臓であり，アドレナリンを分泌する［4］は副腎髄質である。また低血糖時には，間脳視床下部からの放出ホルモンによって脳下垂体前葉から副腎皮質刺激ホルモンが分泌され，その結果，副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌される。糖質コルチコイドはタンパク質を糖化させることで血糖値が上昇する。ゆえに，［8］は脳下垂体前葉であり，［6］は副腎皮質となり，［2］はインスリンや糖質コルチコイドの作用をうけることになることから，骨格筋であると考えられる。

⑵　インスリンは，肝臓や骨格筋の細胞の糖の取り込みを促進し，グリコーゲンの合成や解糖系による糖の消費を促すことで血糖値を低下させる。

⑶　アドレナリンの受容体は標的細胞の細胞膜上に存在し，受容体にアドレナリンが結合することでシグナルが細胞内に伝わり，細胞膜の内側に結合している酵素が活性化される。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　クは交感神経である。交感神経は脊髄の一部から中枢を出て，すぐに神経節を形成する。また神経伝達物質はノルアドレナリンである。一方，コは副交感神経であり，中脳や延髄，脊髄の一部から中枢を出て，標的器官のすぐ近くで神経節を形成する。また神経伝達物質はアセチルコリンである。少し細かな知識であるが覚えておきたい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。